

基于逆向研发外包的装备制造企业 突破性技术创新影响因素研究

杨瑾, 王雪娇

(西北工业大学 公共政策与管理学院, 西安 710072)

摘要: 当前我国装备制造业还存在自主创新能力不强、关键核心技术对外依赖严重等问题, 迫切需要装备制造企业在前沿技术上不断取得突破性创新成果。逆向研发外包为装备制造企业实现突破性技术创新提供了有效途径。然而, 实践中并不是所有企业都能通过逆向研发外包实现所预期的突破性技术创新。因此, 有必要厘清通过逆向研发外包实现突破性技术创新的内在机理。本文采用多案例扎根理论的方法归纳了研发合作、设立海外研发中心和海外并购三种逆向研发外包方式下, 装备制造业实现突破性技术创新的影响因素, 构建了装备制造业突破性技术创新作用机理模型; 在此基础上, 通过对27家典型案例企业数据的模糊集定性比较分析, 得到了不同逆向研发外包方式下, 企业实现突破性技术创新的多重因果路径。研究发现, 通过研发合作方式进行逆向研发外包无法在短期内帮助企业实现突破性技术创新, 而通过设立海外研发中心和海外并购方式开展逆向研发外包的企业则有4条路径可以实现突破性技术创新。其中, 设立海外研发中心开展逆向研发外包, 利用式学习是突破性技术创新发生的核心条件; 而通过海外并购开展逆向研发外包, 探索式学习则是突破性技术创新产生的核心条件。通过进一步分析, 发现存在3个前因要素组态使得基于海外并购的逆向研发外包未能取得企业所预期的突破性技术创新。

关键词: 逆向研发外包; 突破性技术创新; 装备制造业; 定性比较分析

中图分类号: F424.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)7—0048—14

一、引言

长期以来, 我国装备制造业在技术创新方式上, 主要表现为从技术成熟期切入, 通过技术、设备的引进和知识的消化吸收形成初步技术能力, 进而实现渐进性的产品和工艺创新(谭诗羽和白让让, 2018)。然而, 在快速多变的 market 环境和日新月异的技术发展形势下, 这种传统的技术创新模式已难以为继。一方面, 随着中国装备制造业技术水平不断向发达国家收敛, 隐性知识和前沿技术逐渐成为企业获取竞争优势的关键; 另一方面, 知识产权制度和贸易保护行为的兴起也在不断提高着技术引进的成本和难度(王伟光等, 2015)。传统发展模式下积累的大而不强、自主创新能力弱、核心零部件依赖进口、设计和成套集成能力差等问题变得更加严峻。这些问题源自我国装备制造业缺乏核心竞争力, 而核心竞争力的打造需要突破自身知识积累的短板, 在新兴前沿技术上取得突破性创新成果(贺正楚等, 2013)。因此, 如何促进装备制造业突破性技术创新是中国制造业实现高质量发展亟待解决的关键问题(刘瑞等, 2021)。

随着制造业技术模块化程度的加深和全球生产垂直非一体化趋势的增强, 逆向研发外包(reverse R&D outsourcing)成为后发国家实现突破性技术创新和技术赶超的有效途径(刘丹鹭和岳中刚, 2011)。在传统外包模式下, 装备制造企业通过利用中外双方的知识势差和技术溢出效应不断弥合着与发达国家之间的技术差距, 这种被动参与国际分工的模式容易导致企业被锁定在价值链低端。随着全球经济环境的变化, 中国企业开始通过设立海外研发机构(郑飞虎和唐蕊, 2017)、开展技术研发合作(吴剑峰等, 2015)、海外并购(唐晓华和高鹏, 2019)等方式向处于全球价值链高端的发达国家发包, 让发达国家的研发机构和企业承包研发项目或提供专业技术服务。逆向研发外包可以帮助企业快速获取海外技术资源, 通过对外部异质性知识的学

收稿日期: 2022-03-05

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“基于颠覆性技术创新的装备制造业智能化转型升级机理及路径选择”(72174170); 国家自然科学基金面上项目“逆向研发外包驱动装备制造业突破性技术创新的机理和路径: 双重创新网络嵌入演化视角”(71673221); 陕西省软科学研究计划项目“陕西装备制造业颠覆性技术创新的阻抑因素及其破解对策”(2022KRM142)

作者简介: 杨瑾, 博士, 西北工业大学公共政策与管理学院教授, 研究方向: 装备制造业技术创新等; 王雪娇, 西北工业大学公共政策与管理学院硕士研究生, 研究方向: 突破性技术创新等。

习和吸收持续提高创新能力(杨瑾,2017),促进突破性技术创新不断涌现。

在以往的研究中,学者们一般认为逆向研发外包活动能够整合外部优势创新资源(Nieto 和 Rodriguez, 2011; Bertrand 和 Mol, 2013),从而帮助企业降低研发成本、增强应变能力、形成企业核心竞争力(刘丹鹭和岳中刚,2011)。然而,在实践中虽然有一些装备制造企业通过逆向研发外包方式实现了技术跨越和突破,但也有相当一部分企业没能实现预期的技术创新效果,例如沈阳机床在并购德国希斯集团之后,技术创新效果不甚理想;另外,也有学者发现,通过逆向研发外包进行资源获取并不是技术创新能力形成的终点(赵剑波和吕铁,2016)。由此可见,影响装备制造业实现突破性技术创新的原因是复杂的。现有研究中,学者们主要探讨了逆向研发外包是否会对企业突破性技术创新产生影响,而对于这一影响过程中的复杂内在机理的探索尚不多见。而在研究方法上也多采用传统的计量回归方法,聚焦于影响因素与结果之间线性关系的探讨,而对于多种影响要素之间的相互依赖关系及原因要素与结果之间的复杂因果关系缺乏全面系统的厘清。

二、研究回顾

(一)突破性技术创新

按照创新程度的不同,学者们一般将技术创新划分为渐进性技术创新(incremental technological innovation)与突破性技术创新(radical technological innovation)(Gassmann et al, 2010)。渐进性技术创新是指原有技术在原理和实践上的拓展和延续,具有“线性”和“温和”的特点;而突破性技术创新作为一种能使产品、工艺或服务发生巨大飞跃的创新类型,可以开发新市场,创造新的竞争规则,甚至促成产业竞争格局的重塑(Wilfred 和 Geert, 2010; 秦剑, 2012; 范钧等, 2014)。突破性技术创新在本质上与破坏式创新(destructive innovation)不同,突破性技术创新是在产品原有功能型属性不变的前提下增加了创新型属性,而破坏性技术创新为了增加创新型属性,牺牲了部分功能型属性(李翔和陈继祥, 2016)。突破性技术创新通常表现为革命性的技术进步,是具有显著“新颖性”的创新(O'connor 和 Demartion, 2006; Kelley, 2009),而颠覆性技术创新(disruptive technological innovation)则可能基于全新的科学技术发现(Yu 和 Hang, 2010),也可能基于现有技术的交叉融合,还可能基于现有技术在新场景的创新应用,其显著特征在于引入了新的价值主张,它与科学革命、国家战略和社会经济发展等关联在一起的,不是一个单纯的技术概念,而是一个具有多重视角的复杂概念(王康等, 2022)。突破性技术创新通过吸收异质性和多样性知识,以全新的要素和知识储备为基础在新领域内探索与实践,实现组织在技术和产品上的突破(陈傲和柳卸林, 2011)。突破性技术创新能够提高组织获取外部资源和捆绑异质性资源的能力,拓展组织边界,避免企业陷入“能力陷阱”和“核心刚性”的困境(Fores 和 Camison, 2016)。突破性技术创新为后发国家实现技术赶超提供了重要机遇,有助于新兴国家突破产业发展瓶颈,摆脱发达国家长期以来的技术封锁,从而实现技术赶超。装备制造企业突破性技术创新主要指企业响应客户需求,通过利用新技术原理和外部异质性创新资源,大幅度提升企业自主研发能力和工艺技术水平,突破关键技术瓶颈,实现装备产品性能跃迁或创造新的装备产品。

(二)逆向研发外包与突破性技术创新

一般认为研发外包活动的发包主体主要为发达国家的跨国公司,然而随着发展中国家尤其是新兴市场国家的不断发展壮大,研发外包的发包方和接收方出现了空间位置扭转。在创新外包活动中,企业的外包动机开始从“利用本土的能力和优势”转向“获取新的外部知识和资源”转变(郑飞虎和常磊, 2016)。越来越多的新兴发展中国家通过研发合作、设立海外研发中心及跨国研发并购等方式主动向处于全球价值链高端发达国家发包的逆向研发外包模式逐渐兴起(Garcia 和 Huergo, 2011)。逆向研发外包是中国装备制造业企业通过主动向发达国家发包的方式融入国际研发分工体系,以获取外部异质性知识和技术资源,反哺并促进国内技术创新,最终实现向价值链高端攀升的过程(杨连星和罗玉辉, 2017)。从分类方式上,张亚斌和刘天琦(2016)的研究将逆向研发外包的方式分为研发合作、设立海外研发中心和海外并购三种。

逆向研发外包可以帮助企业降低研发成本,增加技术创新所需的知识多样性(Ceccagnoli 和 Jiang, 2013)。Kamuriwo 和 Baden-Fuller(2016)进一步提到当企业的技术具备良好的模块化特征时,逆向研发外包更有利于企业降低研发成本。Damián et al(2019)发现由于离岸研发外包可以帮助企业获取外部资源从而能够加强企业突破性技术创新的强度。另外,也有一些研究关注到了企业在这一过程中由于知识溢出、学习能力减弱和其他隐性成本因素,认为逆向研发外包对企业的创新产生了负面的影响(Koren 和 Tenreyro,

2013)。胡潇婷和高雨辰(2020)通过研究海外并购与企业技术创新之间的关系发现,海外并购对企业突破性技术创新的并无显著的影响。可见,逆向研发外包与企业绩效之间呈现出了不确定的相关关系,这主要是由企业研发外包模式和研发战略的不同导致的。

(三)突破性技术创新的影响因素

1. 组织学习

组织学习是企业在复杂环境下获取持续竞争优势的关键,是组织通过知识获取、分享和传递从而帮助组织实现技术创新和持续改进的过程(Christian et al, 2022)。组织学习可分为探索式学习和利用式学习,前者是组织完全脱离了原有知识轨迹,通过带有计划性的尝试增强对知识搜索的效率,进而获取与现有能力和技术范式不同的新知识;而后者是对有限知识区域进行深度挖掘,是对原有知识轨迹的条件性延续,目的是对现有技术能力进行提升和精炼(March, 1991)。

组织知识体系构建和国际化过程中的知识学习是组织实施研发外包的重要基础,组织学习能够帮助企业更好地实现自身资源和外部资源之间的优化匹配(Argote和Miron, 2011)。Atuahene(2005)认为企业的探索性学习能力可以对企业的突破性技术创新产生正向的影响。焦豪(2011)则提出企业通过多层次的组织学习提升企业的知识存量 and 知识流量从而提升实现突破性技术创新的动态能力。杜俊义和崔海龙(2019)研究发现通过组织学习获得外部互补性核心资产是企业突破性技术创新的重要影响因素。装备制造企业在对从逆向研发外包中所获得知识的学习过程中,既要通过利用式学习不断深化和维持现有竞争力,又要通过探索式学习开发新技术、新产品、新业务以保持未来的持久性竞争优势。对于逆向研发外包活动中利用式学习和探索式学习的区分,主要基于所学习的内容的类型及其对企业的现有产品和流程的影响程度。如果外部知识可为企业带来了新的开拓性的产品和技术,或者新的创造性的生产工艺和方法,则为探索式学习;若企业所获外部知识主要用于现有产品性能和品种结构的优化、现有技术的深化、工艺流程的改进等,则为利用式学习。

2. 吸收能力

企业所具有的吸收能力是驱动企业进行关键性创新的重要因素(O'Connor, 2008)。吸收能力是外部核心知识资源的消化系统,反映了组织能够在多大程度上掌握和利用外部异质性知识资源(Tseng et al, 2011)。林春培和张振刚(2017)发现,基于吸收能力的探索式学习和利用式学习对于企业实现技术创新有着正向的积极作用。组织学习帮助企业在逆向研发外包过程中获取了有利于企业形成技术优势的核心战略资源,但是企业想要实现知识资源的逆向转移还必须具备较强的吸收能力。吸收能力最主要的作用是帮助组织实现新知识到新产品的转化,分为潜在的吸收能力和实际吸收能力(Zahra和George, 2002)。

潜在吸收能力反映了企业获取和吸收外部知识的能力,也反映了组织对外部知识的认知和理解。潜在吸收能力决定了企业外部创新网络的广度和深度,会影响企业资源配置的柔性(Alonso et al, 2020)。具有较高潜在吸收能力的企业能够更加有效地管理内外部的信息和知识流动,也更容易实现最佳创新成果产出(Lane et al, 2006)。企业在技术探索过程中积累的经验也为企业的技术吸收奠定了技术基础。而实际吸收能力则反映了企业将知识进行内部转化并产生新知识和技术的能力,主要通过人员、设备和资金等内部投入形成。较强的实际吸收能力能够加快发包方和接包方之间的资源共享和知识转移速度,加快外部知识对企业关键研发环节的渗透速率,提升知识转化效率。

处于技术相对弱势的发包方装备制造企业能否在逆向研发外包中实现知识逆向流动,有赖于发包企业的知识吸收能力(特木钦和王琨, 2021)。而吸收能力既包括企业的技术积累、行业经验和市场知识等所形成的潜在吸收能力,也包括由双方资源互补性、企业研发投入和科研激励等要素所形成实际吸收能力(Fosfuri和Tribo, 2008)。

3. 资源整合

资源整合是组织对不同来源、不同层次结构的资源进行选择、吸取、配置和融合以增强外部资源的系统性和价值性,从而实现原有资源体系重构和自身核心资源体系形成的复杂动态过程(Lau和Lo, 2015)。党兴华和刘景东(2013)研究结果显示企业的资源整合能力能够提高企业内外部资源的利用效率,提高技术强度进而促使企业实现突破性技术创新。企业所拥有的异质性资源是企业获取竞争优势的重要来源,但异质性资源并不能直接构成企业创新的价值和机会,实现技术创新还需要企业对异质性知识进行进一步的整合和

管理(Sirmon et al, 2007)。Brush et al(2001)将资源整合过程分为资源集中、资源吸引、资源整合和资源转化4个方面,而易朝辉(2010)将资源整合分为资源识别、资源获取、资源配置和资源运用四个阶段。

装备制造企业通过逆向研发外包可以获得新的战略性知识资源,但这些资源并不必然与企业已有的资源存在互补关系,甚至存在一定的冲突和不一致,影响企业实现突破性技术创新。此时,企业通过资源整合调整原有的技术范式实现非线性跃迁(罗仲伟等,2014),以适应新知识、新内容、新战略的实施和推进。在实施逆向研发外包后,企业可能会迎来一段混沌时期,通过内外部资源整合给予混沌时期的企业相应的资源和能力支撑,从而帮助企业实现更加有效的资源分配和组织重构,最大化资源利用效率以提高创新绩效(吴晓波等,2007)。

由上述研究可知,装备制造企业突破性技术创新过程是包含上述诸多因素引发的新的市场需求过程,是一个复杂的动态过程,即相关影响因素与装备制造企业突破性技术创新之间并不是对称的因果关系,因素之间应该存在着复杂的组态交互效应,而现有研究中采用的传统回归分析方法,无法有效解释和厘清多要素间交互影响的理论内涵及其对装备制造企业突破性技术创新的作用机理,故而也不能为装备制造企业突破性技术创新提供可行路径的选择支持。

三、案例分析与理论模型建构

扎根理论作为案例研究方法的一种,通过样本材料间的对比进行关键信息抽象化的思考,归纳出概念和范畴以建构理论。而多案例对比研究能够通过案例中要素之间的互相印证,增强研究结果的整体性、系统性和科学性。多案例扎根的研究设计允许不同类型的逆向研发外包方式与不同的影响因素之间的动态匹配和对比,从而帮助我们更好地识别案例所体现的复杂因果关系和匹配关系。

(一)案例选取及数据来源

案例研究的关键在于案例样本的典型性和案例数据的丰富性是否能支撑研究假设和研究深度。对样本案例的遴选主要根据以下标准:

(1)样本的代表性。为了使得研究案例具有代表性,选择了装备制造业领域内具有一定行业代表性,分别来自汽车零部件制造业、动力能源设备制造业和工程机械制造业,且三家样本企业都是各自行业内的龙头企业。

(2)多重验证效果。在选择案例时,考虑了企业间不同的逆向研发外包形式和创新战略表现,充分覆盖三种逆向研发外包模式。案例企业在逆向研发外包具体模式上存在差异,但是在内外部影响因素上又存在的一定的共性,能够实现案例间的双重验证效果。

(3)样本数据可得性。首先,结合前期的网络检索,发现三家企业都具有官方的报道和信息发布渠道,例如三一的内部刊物《POWER SANY》和法士特的《商用汽车新闻》等;其次,通过团队成员和学校校友会联系到三家企业的工作人员,在允许的范围内获取了更多的一手信息作为二手资料的补充和印证。

由此,基于三种逆向研发外包模式(研发合作、设立海外研发中心及海外并购),分别选取了陕西法士特齿轮传动集团有限责任公司(法士特)、山东潍柴动力股份有限公司(潍柴动力)、三一重工股份有限公司(三一重工)三家案例企业作为研究对象。在案例数据搜集方面,采用了三角验证的方法,即从内部档案查找、文献搜集与结构化访谈三种信息来源获取数据并进行交叉验证和相互补充,避免共同方法偏差,提高研究的可信度。

(1)内部相关资料:主要包括企业内部刊物、年报、画册、产品手册、高层讲话、科研奖项等相关信息。

(2)文献资料:首先通过中国知网等数据库对涉及案例企业的相关报刊、论文进行搜集整理,其次通过百度百科、维基百科等搜索引擎及知识库检索案例企业的相关信息,最后通过中国研究数据平台、国泰安等专业性数据库搜集企业经营信息和专利情况。

(3)结构化访谈资料:在整理二手资料的基础上,对部分不完善、交叉验证中存在不一致和矛盾的信息进行梳理后形成结构化访谈稿,利用校友关系网等联系目标企业进行实地考察或专业人员访谈,将访谈笔记整理后作为对二手资料的补充信息。

(二)开放性译码

对前期搜集的案例资料进行了初步处理,在分析提取概念的过程中不断使用多维度的材料信息加以验

证。在范畴提取过程中,分别使用英文字母 a_n 、 b_n 、 c_n 对法士特、潍柴动力和三一重工的原始资料进行分解,并对关键性价值活动的文字描述进行贴标签操作。通过案例材料的反复对比和提炼,对标签信息内容进行概念化处理,在法士特的案例中共得到 20 个概念标签,在潍柴动力的案例中得到 22 个概念标签,在三一重工的案例中得到了 15 个概念标签。限于篇幅,仅以法士特案例开放性译码过程为例进行说明,见表 1。

表 1 法士特案例开放式译码表

贴标签	概念化	范畴化
法士特积极探索外部技术资源(a_1),通过与美国卡特彼勒公司开展研发合作,将液力自动变速器.....	a_1 探索外部资源	A_1 探索前沿技术 (a_1, a_2)
法士特以其敏锐的视觉关注到了这一变化,开始寻求自动变速器技术(a_2)	a_2 寻求前沿技术	
法士特.....以技术合作的方式将这一技术的研发工作委托给国外跨国公司(a_3).....实现自主创新	a_3 委托研发工作	A_2 核心技术外包 (a_3)
2013 年法士特与卡特彼勒组建的合资公司共同开发完成了 FC ₆ A ₁₄₀ 和 FC ₆ A ₂₁₀ 两款液力自动变速器(a_4)	a_4 开发新产品	A_3 新产品研发 (a_4)
随后,法士特对美国 AMT 技术进行了多处改进和提升(a_5),推出了适合本土的变速器产品	a_5 产品技术改进	A_4 产品与技术改进 (a_5)
法士特先后完成 40 多种变速箱壳体试制,验证优化了新产品的加工流程(a_6),为后续批量生产打通了工艺路线	a_6 加工流程优化	A_5 流程与工艺优化 (a_6)
在与卡特彼勒公司开展研发合作之前,法士特已经在重型汽车变速器领域积累了丰富的研发和生产经验(a_7)	a_7 积累相关经验	A_6 研发基础深厚 (a_7, a_8)
双中间轴机械变速器生产技术已经可以和世界一流企业相媲美(a_8),且价格相当便宜	a_8 相关研发基础	
法士特重型变速器产品在 15t 以上商用车市场占有率达 93% (a_9)	a_9 高市场占有率	A_7 市场经验丰富 (a_9, a_{10})
各项经营指标均位列全国齿轮行业第一名,变速器年产量世界第一(a_{10})	a_{10} 产销量领先	
法士特累计投入技术改造和研发资金 20 多亿(a_{11})	a_{11} 研发投入	A_8 技术研发投入 (a_{11}, a_{12}, a_{13})
法士特投资 5 个亿,建立国家级汽车技术研究院(a_{12}),以加快相关技术孵化	a_{12} 投资研究院	
法士特牵头多项国家重大专项科研项目,还与西北工业大学等高校广泛开展一系列前瞻性科研储备项目 (a_{13})	a_{13} 基础技术研发	A_9 企业信息化改造 (a_{14})
不断加快企业信息化建设,在研发管理和技术水平方面全面对齐国际标准,建立了 PLM/PDM 等信息化研发平台和电子图书馆 (a_{14})	a_{14} 信息化建设	
实施“引进来”和“送出去”相结合的人才政策 (a_{15}),不断优化薪资结构和人才晋升途径	a_{15} 人才政策调整	A_{10} 调整人才战略 (a_{15})
法士特先后与德国威伯科公司...等多家跨国公司建立了长期战略合作关系 (a_{16})	a_{16} 国际技术合作	A_{11} 海外拓展战略 (a_{16}, a_{17})
积极开发海外市场,在海外建立生产基地.....首家海外工厂宣告开工投产 (a_{17})	a_{17} 海外建厂生产	
该系列产品具有.....等优势,打破了国内重型液力自动变速器完全依赖进口中的被动局面 (a_{18})	a_{18} 打破技术依赖	A_{12} 领先技术突破 (a_{18}, a_{19}, a_{20})
通过将研发项目外包给卡特彼勒公司,法士特很快获得了国际领先的 AMT 技术 (a_{19})	a_{19} 获取领先技术	
成为国内唯一可以提供自动、半自动变速器高端技术,并拥有自主知识产权 (a_{20}) 的变速器制造商	a_{20} 自主知识产权	

(三) 主轴译码

将开放式译码形成的范畴进行整合,选择与突破性技术创新影响因素最为吻合的范畴,并建立其与其他副范畴之间的联系。通过对开放性译码阶段提出的初始范畴性质和内涵的考察,对初始范畴概念中重合的概念做重组划分,最终将 36 个初始范畴重新归纳为把握技术前沿、开拓性技术学习、产品和技术改进、制造工艺优化等 16 个副范畴,并进一步提取和命名了探索式学习、利用式学习、潜在吸收能力、实际吸收能力、资源整合、突破性技术创新等 6 个主范畴。主轴译码结果见表 2。

表 2 主轴译码结果表

主范畴	副范畴
探索式学习	把握技术前沿;开拓性技术学习
利用式学习	产品和技术改进;制造工艺优化
潜在吸收能力	行业经验丰富;行业品牌优势;研发基础深厚
实际吸收能力	内部研发投入;外部技术吸收;双方资源异质
资源整合	业务流程优化;人才策略;产品和市场策略;产业链整合
突破性技术创新	产品和技术突破;掌握自主知识产权

(四) 选择性译码

基于开放式译码和主轴译码结果,将“装备制造企业突破性技术创新影响因素”作为核心范畴。在分析其余 5 个主范畴的过程中,发现探索式学习和利用式学习都是实施逆向研发外包的企业进行组织学习的二元过程;而潜在吸收能力和实际吸收能力都是企业在实施逆向研发外包后期,对所获取的技术资源进行吸收接纳的过程。于是,围绕核心范畴的“故事线”(story line)可以概括为:当前,我国装备制造企业的创新基础相对薄弱,面临着大型跨国企业在技术和市场上的双重挤压,企业开始主动通过实施逆向研发外包以获取外部创新资源,弥补创新短板。然而,只有当企业将所获得的知识资源内化成企业核心知识资产才能够助力企业实现突破性技术创新。因此,在企业成功接触到外部资源之后,还需要通过组织学习将分散化的外部资源和企业所拥有的核心技术资源进行融会贯通。这一过程既包括学习外部异质性知识实现与内部知识基互补

的探索式学习,也包括利用外包过程中的知识溢出效应进行技术和生产工艺借鉴和改进的利用式学习。企业对外部资源进行学习过程中多涉及隐形知识资源(如关键技术和生产工艺诀窍等),其实质是一种外部知识的内化和隐性知识显性化的过程,最终企业将分散化的外部知识形成企业的核心知识资源。随着对外部核心技术资源的深入学习,企业还需要增强对知识的吸收和转化,这一过程既要依赖于企业既有的知识池、人才储备等潜在吸收能力,也需要通过增强研发投入等来强化实际吸收能力;与此同时,企业需要通过内外部资源整合来实现更深层次的技术学习和产业链上下游合作,促进突破性技术创新不断涌现。由此,本文构建了基于逆向研发外包的装备制造企业突破性技术创新机理框架,如图1所示。

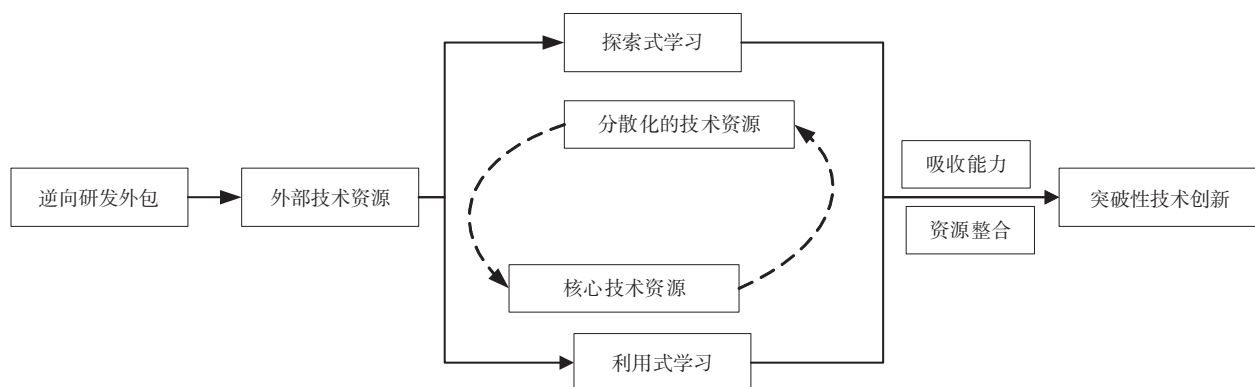


图1 基于逆向研发外包的突破性技术创新机理框架

为检验上述研究结果的理论饱和度,另外使用了华为和京东方的逆向研发外包案例材料对已建立机理框架的范畴进行饱和度检验。在对这两个检验案例进行充分解读之后,发现所有资料信息尽管在开放式编码的概念化阶段会产生差异,但经过范畴化及主轴编码之后,未产生新的范畴,已有的6个范畴在所掌握的案例资料中达到饱和,即通过检验未发现新的范畴及结构关系产生。因此所建立的模型在理论上是饱和的。

(五)模型构建

从基于逆向研发外包的突破性技术创新机理框架可以得到影响装备制造企业突破性技术创新的5个关键因素。结合对富士特、潍柴动力和三一重工案例材料的扎根理论分析,可以推论:①5个关键因素并不是单独对突破性技术创新结果产生作用的,而是存在着与逆向研发外包方式可以进行优化的匹配关系;②装备制造企业可以结合自身的发展阶段和战略需求,选择不同的逆向研发外包方式实现突破性技术创新。由此,构建了基于逆向研发外包的装备制造企业突破性技术创新的理论模型,如图2所示。

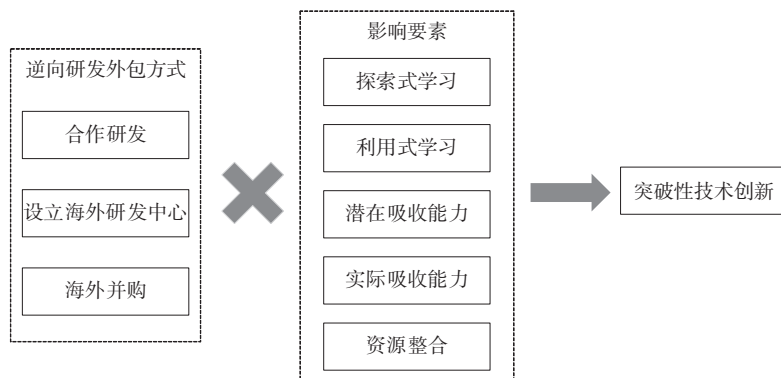


图2 理论模型

四、实证研究

考虑到传统的基于方差理论的线性回归方法只能考虑单一变量对结果变量的影响,无法从整体视角对要素间交互关系对结果变量的影响机制给出合理的分析。因此,采用组态研究的思想和方法去探究影响要素之间的组合效应对装备制造企业突破性技术创新的影响。定性比较分析(QCA)能够分析不同的条件组态对结果产生是否具有充分性,即多个条件构成的组态集合是否为结果集合的子集,对于变量间的复杂因果关系的分析和探讨具有很强的适用性,特别是模糊集定性比较分析(fsQCA)能够将样本案例的某一特征的隶属关系用0~1之间的任意值进行刻画,突破了清晰集和定值集方法的局限。因此,选择fsQCA方法开展实证研究,数据分析工具采用fsqca3.0软件。

(一) 样本选择

从以下几个方面出发选择案例样本:①研究对象是装备制造业,因此案例的搜集工作主要集中于工程机械、航空航天、汽车及零部件、机器人等典型领域的装备制造企业;②不同的逆向研发外包方式下企业往往呈现不同的技术创新路径,因此案例样本包括了研发合作、设立海外研发中心和海外并购三种主要方式开展逆向研发外包的装备制造企业;③为了保证研究案例全过程的可观测性,有针对性地对企业逆向研发外包的时间进行了限制(2000—2017年),从而为企业的突破性技术创新行为预留了一定的滞后考察期限。由此,遴选了 27 个逆向研发外包案例企业作为研究样本,见表 3。

表 3 案例样本表

编号	企业简称	所属行业	案例描述	逆向研发外包方式
Case1	三一重工	工程机械设备制造	收购德国普茨迈斯特	海外并购
Case2	中联重科	工程机械设备制造	收购意大利 CIFA	海外并购
Case3	徐州重工	工程机械设备制造	收购德国施维英	海外并购
Case4	吉利汽车	汽车整车制造	并购澳大利亚 DSI	海外并购
Case5	上海汽车	汽车整车制造	收购德国双龙汽车	海外并购
Case6	长安汽车	汽车整车制造	美国底特律研发中心	设立海外研发中心
Case7	均胜电子	汽车零部件制造	收购德国普瑞	海外并购
Case8	法士特	汽车零部件制造	与卡特彼勒研发合作	研发合作
Case9	美的集团	智能机器人制造	美的硅谷研发中心	设立海外研发中心
Case10	美的集团	智能机器人制造	收购德国库卡	海外并购
Case11	东方精工	智能机器人制造	收购意大利弗兰度	海外并购
Case12	埃夫特	智能机器人制造	收购意大利 CMA	海外并购
Case13	中兴	通信设备制造	中兴硅谷研发中心	设立海外研发中心
Case14	华为技术	通信设备制造	慕尼黑“LABO”研发中心	设立海外研发中心
Case15	京东方	光电设备制造	并购韩国现代 TFT 业务	海外并购
Case16	潍柴动力	动力能源设备制造	潍柴-AVL 欧洲研发中心	设立海外研发中心
Case17	潍柴动力	动力能源设备制造	收购德国凯傲	海外并购
Case18	金风科技	动力能源设备制造	与英飞凌技术合作	研发合作
Case19	陕鼓动力	动力能源设备制造	陕鼓欧洲研发中心	设立海外研发中心
Case20	沈阳机床	数控机床设备制造	并购德国希思	海外并购
Case21	大连机床	数控机床设备制造	与德国兹默曼研发合作	研发合作
Case22	宝鸡机床	数控机床设备制造	与日本大鸟研发合作	研发合作
Case23	华立科技	智能仪器仪表制造	并购飞利浦 CDMA 业务	海外并购
Case24	中航工业	航空航天设备制造	并购奥地利 FACC	海外并购
Case25	时代电气	轨道交通设备制造	并购加拿大丹尼克斯	海外并购
Case26	中国中车	轨道交通设备制造	德国轨道交通研发中心	设立海外研发中心
Case27	东山精密	电子元器件制造	收购美国 MFLX	海外并购

(二) 变量赋值

本文将探索式学习、利用式学习、潜在吸收能力、实际吸收能力和资源整合 5 个要素作为前因变量,将装备制造企业突破性技术创新作为结果变量。构念赋值的标准借鉴了寿柯炎等(2018)的处理方法,采用四值法(0,0.33,0.67,1)来表示每个案例的不同变量数据从不隶属、偏不隶属、偏隶属到完全隶属上的得分。

借鉴 Atuahene 和 Murray(2007)及朱朝晖和陈劲(2008)等研究结果,从知识识别、获取、传播和利用 4 个方面考察探索式学习和利用式学习,见表 4 和表 5。

在参考了 Bertrand 和 Mol(2013)、肖利平和谢丹阳(2016)及肖丁丁等(2020)的研究成果基础上,设定了

表 4 探索式学习的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	企业非常关注和跟踪领域前沿知识,能够通过外部知识获取开拓新的技术领域;获取的知识对于企业来说超越了当前的认知,与企业现有的知识储备存在较大的差异;新知识的学习迫使企业不断提升研发能力,加快知识应用,提升竞争力
0.67	企业比较关注和跟踪领域前沿知识,希望通过外部知识获取开拓新的技术领域;获取的知识对于企业来说有一定的领先性,与企业现有的知识储备存在一定的差异;新知识的学习迫使企业在知识应用上采取一定的措施
0.33	企业不太关注领域前沿知识,但是希望通过外部知识获取帮助企业改善研发现状;获取的知识与企业现有的知识储备存在一些差异;新知识的学习给了企业一些研发灵感
0	企业对领域前沿知识敏感度低,没有在外围前沿知识的获取过程中进行太多的尝试,外部知识与企业现有的知识储备性质趋同;外部知识的学习不能给予企业足够的研发动力

潜在吸收能力和实际吸收能力的赋值标准,见表6和表7。

在 Wiklund 和 Shepherd(2009)及彭伟和符正平(2015)研究成果基础上,从技术整合、人员整合和信息整合三个角度设定资源整合的赋值标准,见表8。

考虑到样本企业之间在产品研发周期、专利申请难易程度的差异,以及案例企业逆向研发外包发生时间背景所导致的指标差异,参考了 Garcia-vega 和 Huergo(2019)的研究,以企业在逆向研发外包发生当年和两年内的新产品数量、产品创新性和专利申请量变化等三个维度作为突破性技术创新的衡量指标进行赋值,见表9。

表5 利用式学习的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	企业在外包过程中获得了对现有知识的深层次了解;通过学习使得企业对现有产品的结构和市场有了更为清晰的了解;对这些知识的学习非常有助于企业改善常规的问题解决方案;掌握了接包方的知识技能和生产工艺,并将其应用于现有技术和生产流程的优化
0.67	企业在外包过程中获得了一些现有知识的补充知识;通过学习对现有产品的结构和市场有了较为清晰的了解;这些知识的学习比较有助于企业改善常规的问题解决方案;学习了接包方的知识技能和生产工艺,已经将部分知识应用于现有技术和生产流程的优化
0.33	企业在外包过程中获得了一些现有知识的补充知识;通过学习使得企业对现有产品的结构和市场有了较为清晰的了解;这些知识的学习比较有助于企业改善常规的问题解决方案;学习了接包方的知识技能和生产工艺,但是还未将其应用于现有技术和生产流程的优化
0	企业在外包过程中未能获得更多的补充知识和技能;没有通过学习了解现有的产品 and 市场知识,外部知识很少能在企业的问题解决方案中发挥作用;对于接包方的知识技能和生产工艺等内容了解较少

表6 潜在吸收能力的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	在逆向研发外包活动发生之前,企业具有非常高的行业地位;在相关产品研发和生产方面有着丰富的经验;拥有独立的研发平台和强大的研发团队;企业产品有很好的口碑,积累了稳定的用户群体
0.67	在逆向研发外包活动发生之前,企业具有较高的行业地位;在相关产品研发和生产方面有着比较丰富的经验;拥有相对强大的研发团队;企业产品在市场上有很好的口碑和良好信誉
0.33	在逆向研发外包活动发生之前,企业在行业内的知名度一般;在相关产品研发和生产方面有一定的经验;研发团队规模小,水平一般;企业产品在市场上口碑一般
0	在逆向研发外包活动发生之前,企业在行业内的几乎没有知名度;在相关产品研发和生产方面有一定的经验;未能构建完善的研发团队;企业产品在市场上知名度较小

表7 实际吸收能力的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	在逆向研发外包活动发生之后,企业在研发基础设施和研发团队建设上进行了大规模的投入;企业建立了专门的工厂和园区用于新产品的开发和生产;企业通过承担多种级别的研发项目等渠道获得了大量的资金支持
0.67	在逆向研发外包活动发生之后,企业在研发基础设施和研发团队建设上进行了一定的投入;企业开辟了专门的生产线用于新产品的开发和生产;企业通过承担部分研发项目获得了一定的资金支持
0.33	在逆向研发外包活动发生之后,企业在研发基础设施和研发团队建设上进行了小规模投入;企业通过各个渠道获得了一部分研发资金支持
0	在逆向研发外包活动发生之后,企业在研发基础设施和研发团队建设上几乎没有投入;企业建立了小范围的生产线试点进行新产品生产;企业未能在新技术上获得资金支持

表8 资源整合的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	企业拥有强大的资源整合能力,能够充分利用现有资源得到其他的外部技术资源并利用资源进行技术创新和产品迭代;企业对现有组织资源,包括人力和组织架构、管理方式进行了充分的调整和部署;企业充分开展外部合作,利用全新的资源组合增加了产品的功能、拓展了产品线,开发了新的市场;企业通过新资源的获取为企业注入新的功能或增强企业的绩效
0.67	企业拥有较强的资源整合能力,能够利用现有资源得到其他的外部技术资源并利用资源进行技术创新和产品迭代;企业对现有组织资源,包括人力和组织架构、管理方式进行了调整和部署;企业通过开展外部合作,利用全新的资源组合增加了产品的功能、拓展了产品线,开发了新的市场;企业通过新资源的获取为企业注入新的功能或增强企业的绩效
0.33	企业资源整合能力一般,企业对现有组织资源,包括人力和组织架构、管理方式进行部分调整;企业通过开展外部合作拓宽了产品功能;
0	企业资源整合能力较差,企业未能对现有组织资源进行充分的调整以适应企业的新变化;外部合作局限,资源组合少,产品线单一,新市场开拓性不佳

表9 突破性技术创新的模糊集赋值标准

得分	赋值依据
1.00	企业在逆向研发外包发生当年和两年内引入了多种非常具有创新性的产品;企业在两年内的专利申请数量有了快速的提升
0.67	企业在逆向研发外包发生当年和两年内引入了较多具有创新性的产品;企业在两年内的专利申请数量有了较为快速的提升
0.33	企业在逆向研发外包发生当年和两年内引入了一些有一定创新性的产品;企业在两年内的专利申请数量有了一定的提升
0	企业在逆向研发外包发生当年和两年内没有引入具有创新性的产品;企业在两年内的专利申请数量几乎没有变化

利用多渠道获取案例企业相关信息进行相互印证,以保证案例数据的结构效度。一方面,通过报纸杂志文章、企业官网的相关报道、网站刊载的企业负责人访谈记录、企业产品技术创新目录、上市企业信息披露、China National Knowledge Infrastructure(CNKI,中国知网)相关文献、国泰安数据库等获取充足的二手资料;另一方面,通过学校校友会的联系,对部分企业进行了实地调研。通过与中高层员工进行交流座谈及对企业技术负责人的面对面访谈,补充和澄清了前期未能获得的空白资料和现有资料中含糊的表述。

接着对原始案例资料进行编码处理,包括案例赋值参考表格整理和专家赋值打分两个部分。首先,由研究团队组成的案例小组对案例内容进行读取和提炼,将符合标准的案例内容摘录到单独的表格中,并根据描述的丰富和重要程度进行顺序排列,形成基础案例内容表格;然后,邀请来我校参加制造业创新高峰论坛及进行相关领域学术交流的专家教授共 7 人对整理后案例素材按照赋值标准进行赋值评分;最后由小组成员对专家打分表进行汇总得到模糊隶属度取值表,见表 10。其中,TS 为探索式学习;LY 为利用式学习;QZ 为潜在吸收能力;SJ 为实际吸收能力;ZH 为资源整合;CX 为突破性技术创新。

表 10 样本模糊隶属度取值表

编号	TS	LY	QZ	SJ	ZH	CX	编号	TS	LY	QZ	SJ	ZH	CX	编号	TS	LY	QZ	SJ	ZH	CX
Case1	0.67	0.67	1	0.33	1	1	Case10	0.67	0.33	0.67	0.67	0	0.67	Case19	0.33	1	1	0.33	0.67	1
Case2	0.67	1	0.67	1	0.67	0.67	Case11	1	1	0.67	0	0.33	1	Case20	0.67	0.67	0.33	0.67	0.33	0.67
Case3	0.33	0	0.67	0.33	1	0.33	Case12	0.33	0.67	1	0.33	1	0.67	Case21	1	0.33	0.67	0.33	0	0.33
Case4	1	0.33	0.33	1	0.33	0.67	Case13	0.67	0.33	0.67	0	0.67	0	Case22	0.67	0	0.67	0	0	0
Case5	1	0.33	0.67	0	0	0	Case14	0.33	0	0.67	0.67	0.67	0	Case23	0.67	0.67	0.67	1	0.33	0.33
Case6	0.67	0.67	0.33	0.33	0.67	1	Case15	0.33	0.67	1	0.33	0.67	0.67	Case24	0.33	1	1	0.33	0.67	1
Case7	0.33	0	1	0.33	0.67	0	Case16	0	0.33	0.33	0.67	0.33	0	Case25	0.67	0.67	0.33	0.67	0.33	0.67
Case8	0.33	0	1	0	1	0.33	Case17	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	0.67	Case26	1	0.33	0.67	0.33	0	0.33
Case9	1	0.33	1	0.33	0	0.33	Case18	0.67	0.67	0.67	1	0.33	0.33	Case27	0	0.67	0	0.33	0.33	0

(三)数据分析

1. 必要条件分析

一般认为当变量的一致性大于 0.9 时说明该变量为结果变量产生的必要条件(程聪和贾良定,2016),必要条件无需纳入后续的充分性分析当中。必要性分析结果见表 11。分析结果表明 5 个条件变量的一致性得分均小于 0.9,即探索式学习、利用式学习、潜在吸收能力、实际吸收能力、资源整合均不构成装备制造企业实现突破性技术创新的必要条件,无需进行剔除,可以进行组态分析。

2. 路径构型求解

数据分析结果采用一致性和覆盖度两个指标进行判断。一致性用以衡量所得到的路径构型在多大程度上是结果变量实现的充分条件,一致性越接近于 1,说明前因变量组合与结果变量之间的非对称因果关系越强,一般要求不低于 0.8。覆盖度用来衡量前因构型是否是结果变量出现的唯一路径,覆盖度越接近于 1 表示前因构型是导致结果变量出现的唯一路径的可能性越强(张明和杜运周,2019)。在处理方式上,首先根据数据分析的简约解和中间解确定求解结果的核心条件和边缘条件,然后在中间解的基础上对影响要素中的核心条件和边缘条件加以标注形成路径构型表。标注方式采用若条件存在用“●”表示,若条件不存在则用“⊗”表示,条件可有可无则不加标注。在存在条件的分类中,使用大实心圆“●”表示导致结果变量出现的核心条件(在简约解和中间解中同时出现),用小实心圆“●”表示边缘条件(仅在中间解中出现)。

在要素组态求解的过程中,首先按照逆向研发外包方式的不同将案例分为研发合作、设立海外研发中心及海外并购 3 个案例样本组,然后分别对 3 个组的案例样本进行求解和分析。

(1)研发合作案例样本组。通过对模糊取值表的观察,发现法士特与卡特彼勒研发合作案例、金风科技与英飞凌技术合作案例、大连机床和德国兹默曼技术合作案例及宝鸡机床和日本大鸟技术合作案例的结果变量数值均为 0,这意味着无法通过对研发合作组的样本进行定性比较分析来得到突破性技术创新的影响要素组态。这可能是由于在赋值阶段对突破性技术创新产生时间做了“活动发生当年及两年内”这一限制,

表 11 变量必要条件分析结果表

变量	一致性(consistency)	覆盖度(coverage)
TS	0.779756	0.640000
~TS	0.529522	0.627778
LY	0.717901	0.852058
~LY	0.591378	0.495011
QZ	0.810684	0.563518
~QZ	0.467666	0.750376
SJ	0.623243	0.713519
~SJ	0.666108	0.551262
ZH	0.655308	0.655108
~ZH	0.561387	0.528685

注:“~”表示布尔代数逻辑“非”运算。

但这也从侧面反映出通过研发合作开展逆向研发外包在短期内无法为装备制造企业突破性技术创新提供支持。

(2)设立海外研发中心案例样本组。对设立海外研发中心的企业案例的模糊隶属度进行处理,并对简约解和中间解的求解结果,得到利用式学习(LY)是设立海外研发中心方式下装备制造企业实现突破性技术创新的核心条件。据此,得到路径R1和路径R2,见表12。路径R1和路径R2的一致性都大于0.8,说明这两条路径都是企业通过设立海外研发中心实施逆向研发外包,从而实现突破性技术创新的充分条件。路径组态的总体覆盖度高达0.858369,说明所得到的路径构型对突破性技术创新的发生具有很好的解释力度。

(3)海外并购案例样本组。将实施海外并购的企业案例进行定性比较分析运算,通过对比简约解和中间解的求解结果,发现探索式学习(TS)是海外并购方式下装备制造企业实现突破性技术创新的核心条件。由此,得到路径R3和路径R4,见表13。路径R3和路径R4的一致性都大于0.8,说明这两条路径都是企业通过海外并购实施逆向研发外包,从而实现突破性技术创新的充分条件。路径组态的总体覆盖度为0.639089,说明得到的路径构型能够解释60%以上的突破性技术创新的结果。

然而,在实际的观察当中,可以发现我国装备制造企业通过海外并购进行逆向研发外包以获取先进技术的案例并不少见,但是成功实现突破性技术创新的却相对较少。这说明导致企业未能实现突破性技术创新的前因要素并不能简单等同于导致突破性技术创新实现的组态要素的缺失。由此,本文进一步利用样本案例来探索海外并购方式下未能实现突破性技术创新的前因组合。将结果变量“突破性技术创新”取“逻辑非”,再通过fsqca3.0软件对海外并购组的案例进行求解处理,得到导致企业未能实现突破性技术创新的三个前因组态,即“~LY*~SJ”“~TS*~LY”和“~TS*LY”(*表示“逻辑并”),见表14。总体一致性大于0.8,说明这三种组合都是企业采用海外并购方式进行逆向研发外包却未能实现突破性技术创新的充分条件。总体覆盖度为0.771363,说明得到的要素组合能够很好地解释基于海外并购的逆向研发外包未能帮助企业实现突破性技术创新的原因。

五、研究结果讨论与启示

根据实证结果,得到了装备制造企业通过逆向研发外包实现突破性技术创新的4条路径构型及导致企业未能实现突破性技术创新的3种要素组合。

(一)研发合作组的结果分析

研发合作组的案例数据无法通过定性比较分析得到实现突破性技术创新的路径组合,即采用此方式开展逆向研发外包的装备制造企业可能无法取得所预期的突破性技术创新。原因在于相对于设立海外研发中心与海外并购两种离岸逆向研发外包方式,研发合作是发包方企业通过在本土吸引发达国家接包企业在岸接包,依靠本土的市场实力和生产便利希望从合作研发中获取外部知识的一种逆向研发外包方式。然而,这

表12 设立海外研发中心实现突破性技术创新的路径构型

条件变量	突破性技术创新路径	
	路径R1	路径R2
探索式学习(TS)	•	⊗
利用式学习(LY)	●	●
潜在吸收能力(QZ)	⊗	•
实际吸收能力(SJ)	•	⊗
资源整合(ZH)	⊗	•
原始覆盖度(raw coverage)	0.570815	0.429185
一致性(consistency)	1	1
总体解覆盖度(solution coverage)	0.858369	
总体解一致性(solution consistency)	1	

表13 海外并购实现突破性技术创新的路径构型

条件变量	突破性技术创新路径	
	路径R3	路径R4
探索式学习(TS)	●	●
利用式学习(LY)	•	⊗
潜在吸收能力(QZ)		
实际吸收能力(SJ)	⊗	•
资源整合(ZH)	•	⊗
原始覆盖度(raw coverage)	0.318945	0.438849
一致性(consistency)	0.889632	0.917293
总体解覆盖度(solution coverage)	0.639089	
总体解一致性(solution consistency)	0.889816	

表14 海外并购未能实现突破性技术创新结果的影响要素组态

条件变量	未能实现突破性技术创新的要素组态		
	组合1	组合2	组合3
探索式学习(TS)	•	⊗	⊗
利用式学习(LY)	⊗	⊗	•
潜在吸收能力(QZ)	•	•	⊗
实际吸收能力(SJ)	⊗		⊗
资源整合(ZH)		•	⊗
原始覆盖度(raw coverage)	0.536950	0.544111	0.191686
一致性(consistency)	0.875706	0.867736	0.834171
总体解覆盖度(solution coverage)	0.771363		
总体解一致性(solution consistency)	0.910082		

种方式对接包企业具有较高的环境不确定性,接包企业往往会采取必要的措施对自身核心技术资源进行保护,即使在合作研发过程中发包企业获得了部分可转移的技术模块,但单一技术模块的使用往往依赖于接包企业所持有的隐性知识,导致发包企业的技术水平无法在短期内获得突破。

(二) 设立海外研发中心组的结果分析

路径 R1: $TS*LY*~QZ*SJ*~ZH$, 表明探索式学习、利用式学习、实际吸收能力和资源整合等要素相结合,可以帮助装备制造企业通过设立海外研发中心开展逆向研发外包实现突破性技术创新。

“~QZ”代表此类企业尚不具备有待突破的技术领域的潜在吸收能力,即相关的知识储备和研发经验不足,现有技术水平与发达国家的领先企业之间存在较大差距。因此,此类企业通过在技术原产地设立海外研发中心,实地接触具有先进性和异质性的创新资源,将自身短期难以实现的研发任务外包给海外研发中心来获得知识溢出,实现对先进技术的获取和学习。同时,企业也将投入更多的资源,通过利用式学习对逆向研发外包所获得的技术溢出进行消化和吸收,最终帮助企业实现突破性技术创新。美的集团在美国硅谷设立海外研发中心探索智能机器人相关前沿技术,长安汽车在美国底特律设立海外研发中心主攻汽车底盘技术,陕鼓动力设立欧洲研发中心探索分布式能源装备技术的案例就这一路径类型的典型代表。

路径 R2: $~TS*LY*QZ*~SJ*ZH$, 表明利用式学习、潜在吸收能力和资源整合等要素相结合,也能使装备制造企业通过设立海外研发中心开展逆向研发外包实现突破性技术创新。

装备制造企业对异质性知识的学习有赖于企业现有知识和经验储备,有着丰富先验知识的企业对行业前沿技术有着更为敏锐的触角,能够迅速捕捉行业发展趋势并据此对现有技术和产品进行改进和升级。此类企业通过设立海外研发中心实现技术跟踪,通过逆向外包部分技术和产品升级项目,从而实现技术和产品的更新迭代。这一过程更多的是关于国际前沿生产工艺和生产诀窍的利用式学习。由于企业已经具备较好的研发基础,无需较大的研发投入就可以实现对外部资源的吸收和转化。同时,企业能以现有的创新网络对相关资源进行快速整合,从而通过技术迭代实现突破性技术创新,以新装备产品满足新的市场需求,从而赢得竞争优势。潍柴动力-奥地利 AVL 公司欧洲研发中心,华为慕尼黑欧洲研究院研发中心,中兴和中车德国轨道交通研发中心的案例均属于这一路径类型。

(三) 海外并购组的结果分析

路径 R3: $TS*LY*~SJ*ZH$, 表明探索式学习、利用式学习和资源整合等要素相结合,是装备制造企业通过海外并购开展逆向研发外包取得突破性技术创新的有效路径。

装备制造企业实施海外并购的主要目的是为了获得目标企业的创新资源。在并购过程中,一方面发包企业可以通过外包部分研发项目获得被并购企业现有的异质性技术资源,通过知识转移扩充企业的资源池,帮助企业突破关键技术瓶颈;另一方面,通过双方技术人员的“混编”,共同攻关前沿技术,提升企业创新绩效。在这一过程中,发包方企业还可以通过整合产业链上下游各种资源,进一步增强研发能力,最终实现对关键核心技术的突破。三一重工并购德国普茨迈斯特,中联重科并购意大利 CIFA (Compagnia Italiana Forme Acciaio),中航工业西飞并购奥地利 FAC (Fisher Advanced Composite Company) 等案例就属于此路径类型。

路径 R4: $TS*~LY*SJ*~ZH$, 表明探索式学习和实际吸收能力等要素相结合,也可能使装备制造企业通过海外并购开展逆向研发外包实现突破性技术创新。

与路径 R3 相比,符合 R4 这条路径的装备制造企业通常在资源整合上的经验尚有不足,但在技术和企业发展上具备较好的成长性,海外并购的目的明确,即获得先进技术资源,把握行业前沿趋势。资源整合的短板促使企业在并购之后赋予海外公司较高的自主性和灵活性,这有利于外部知识保持其原有的完整性和质量。而企业主要通过逆向研发外包的方式对所获得的异质性知识进行探索式学习,为自身的技术研发提供创意来源,并通过持续增加研发投入来增强其对外部知识的吸收和转化能力,最终实现突破性技术创新。吉利汽车并购澳大利亚 DSI、美的集团并购德国库卡、潍柴动力收购德国凯傲等案例都属于这一路径类型。

(四) 未能实现突破性技术创新的结果分析

此外,通过进一步分析还发现了基于海外并购的逆向研发外包未能实现企业预期的突破性技术创新的 3 个前因要素组合:

组合 1: $TS*~LY*QZ*~SJ$, 说明即使是一些已经具备丰富知识存量的企业,虽然可以通过海外并购获取知识和技术,但是如果不能引进高水平研发人员及增加研发投入,以提升自身实际吸收能力,仍然无法实现

突破性技术创新。装备制造业是典型的重资产和高技术行业,技术突破通常具有较长的时间周期,研发投入巨大且需要有持续性。如果企业在海外并购后无法维持较高的研发投入水平,往往无法快速实现技术的转移、吸收和转化,导致最终未能取得所预期的技术突破。沈阳机床并购德国希斯后就是由于无力再维持后续高额的研发投入,导致未能实现预期的突破性技术创新。

组合 2:~TS*~LY*QZ*ZH,说明具备丰富知识且可以在并购后快速进行资源整合的装备制造企业,也有可能无法取得所预期的突破性技术创新。这是由于,一方面,装备制造企业实施海外并购最主要的目的是获取外部创新资源,而探索式学习和利用式学习是将新旧知识进行糅合的关键要素,会在很大程度上影响企业实现突破性技术创新的可能性;另一方面,企业海外并购之后,如果管理者仅仅从组织管理角度去做整合,而对于知识学习和吸收方面推进缓慢,将导致企业无法实现的突破性技术创新。上海汽车并购韩国双龙汽车时,由于各种原因无法获得与技术模块相匹配的隐形知识,致使上汽未能实现所预期的突破性技术创新。

组合 3:~TS*LY*~QZ*~SJ*~ZH,说明在海外并购过程中,当企业在特定领域的技术基础和知识存量有明显不足时,如果无法通过并购突破自身探索式学习能力的限制,仅依靠利用式学习来改进产品性能并不能帮助企业实现真正意义上的突破性技术创新。一方面,对于外部异质性资源的整合在企业自身研发基础和潜在吸收能力较弱时,将无法帮助企业把握前沿技术发展趋势;另一方面,企业仅仅依靠接包方的逆向技术溢出进行利用式学习,会导致对外部技术的路径依赖,无法实现突破性技术创新。例如,京东方并购韩国现代 thin film transistor-liquid crystal display(TFT-LCD)业务,由于始终未能掌握核心 LCD 技术实现技术突破,无奈于 2007 年又出售了该业务。

参考文献

- [1] 陈傲,柳卸林,2011.突破性技术从何而来?——一个文献评述[J].科学学研究,29(9):1281-1290.
- [2] 程聪,贾良定,2016.我国企业跨国并购驱动机制研究——基于清晰集的定性比较分析[J].南开管理评论,19(6):113-121.
- [3] 党兴华,刘景东,2013.技术异质性及技术强度对突变创新的影响研究——基于资源整合能力的调节作用[J].科学学研究,31(1):131-140.
- [4] 杜俊义,崔海龙,2019.互补知识对技术创新动态能力的影响——以组织学习作为调节变量[J].技术经济与管理研究,(9):45-52.
- [5] 范钧,郭立强,聂津君,2014.网络能力、组织隐性知识获取与突破性创新绩效[J].科研管理,35(1):16-24.
- [6] 贺正楚,潘红玉,寻舸,等,2013.高端装备制造企业发展模式变革趋势研究[J].管理世界,30(10):178-179.
- [7] 胡潇婷,高雨辰,2020.海外并购对企业探索式和利用式创新绩效的影响研究:基于中国的实证分析[J].科学与科学技术管理,41(9):35-54.
- [8] 焦豪,2011.二元型组织竞争优势的构建路径:基于动态能力理论的实证研究[J].管理世界,28(11):76-91.
- [9] 李翔,陈继祥,2016.基于产品属性的新创企业技术创新模式选择[J].技术经济,35(4):59-64.
- [10] 林春培,张振刚,2017.基于吸收能力的组织学习过程对渐进性创新与突破性创新的影响研究[J].科研管理,38(4):38-45.
- [11] 刘丹鹭,岳中刚,2011.逆向研发外包与中国企业成长——基于长江三角洲地区自主汽车品牌的案例研究[J].产业经济研究,(4):44-52.
- [12] 刘瑞,余江,刘佳丽,等,2021.突破性技术创新背景下产业格局重构的路径研究——基于“在位者-进入者”动态适配视角[J].科学与科学技术管理,42(8):58-75.
- [13] 罗仲伟,任国良,焦豪,等,2014.动态能力、技术范式转变与创新战略——基于腾讯微信“整合”与“迭代”微创新的纵向案例分析[J].管理世界,31(8):152-168.
- [14] 彭伟,符正平,2015.联盟网络、资源整合与高科技新创企业绩效关系研究[J].管理科学,28(3):26-37.
- [15] 秦剑,2012.高绩效工作实践系统、知识扩散与突破性创新[J].科研管理,33(1):71-78.
- [16] 寿柯炎,魏江,刘洋,2018.后发企业联盟组合多样性架构:定性比较分析[J].科学学研究,36(7):1254-1263.
- [17] 谭诗羽,白让让,2018.外部研发、一体化生产和自主品牌的动态市场绩效——来自中国乘用车行业的证据[J].管理评论,30(6):55-69.
- [18] 唐晓华,高鹏,2019.全球价值链视角下中国制造业企业海外并购的动因与趋势分析[J].经济问题探索,(3):92-98.
- [19] 特木钦,王琨,2021.技术交流、迭代式创新与新产品开发绩效关系研究——基于实际吸收能力的调节效应[J].预测,40(2):33-39.
- [20] 王康,陈悦,宋超,等,2022.颠覆性技术:概念辨析与特征分析[J].科学学研究,https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20220222.001
- [21] 王伟光,马胜利,姜博,2015.高技术产业创新驱动中低技术产业增长的影响因素研究[J].中国工业经济,(3):

- 70-83.
- [22] 吴剑峰, 杨震宁, 邱永辉, 2015. 国际研发合作的地域广度、资源禀赋与技术创新绩效的关系研究[J]. 管理学报, 12(10): 1487.
- [23] 吴晓波, 刘雪锋, 胡松翠, 2007. 全球制造网络中本地企业知识获取实证研究[J]. 科学学研究, 25(3): 106-112.
- [24] 肖丁丁, 王保隆, 田文华, 2020. 海外技术并购对二元能力成长模式的影响研究[J]. 科学学研究, 38(11): 2048-2057.
- [25] 肖利平, 谢丹阳, 2016. 国外技术引进与本土创新增长: 互补还是替代——基于异质吸收能力的视角[J]. 中国工业经济, (9): 75-92.
- [26] 杨瑾, 2017. 逆向外包驱动大型复杂产品制造业集群升级的机理: “主-供”模式的调节作用[J]. 技术经济, 36(6): 10-17.
- [27] 杨连星, 罗玉辉, 2017. 中国对外直接投资与全球价值链升级[J]. 数量经济技术经济研究, 34(6): 54-70.
- [28] 易朝辉, 2010. 资源整合能力、创业导向与创新绩效的关系研究[J]. 科学学研究, 28(5): 757-762.
- [29] 张明, 杜运周, 2019. 组织与管理研究中QCA方法的应用: 定位、策略和方向[J]. 管理学报, 16(9): 1312-1323.
- [30] 张亚斌, 刘天琦, 2016. 逆向外包: 理论源起、前沿进展与全球化战略路径创新[J]. 经济与管理研究, 37(12): 123-130.
- [31] 赵剑波, 吕铁, 2016. 中国企业如何从“逆向并购”到“逆向吸收”? ——以工程机械制造业跨国并购为例[J]. 经济管理, (7): 35-47.
- [32] 郑飞虎, 常磊, 2016. 跨国公司研发外包活动的研究: 中国的实证与新发现[J]. 南开经济研究, (4): 99-114.
- [33] 郑飞虎, 唐蕊, 2017. 研发外包与合约选择: 基于跨国公司承包方视角的分析[J]. 南开经济研究, (4): 93-104.
- [34] 朱朝晖, 陈劲, 2008. 探索性学习和挖掘性学习的协同与动态: 实证研究[J]. 科研管理, 29(6): 1-9.
- [35] ALONSO M S, PELECHANO B E, GONZALEZ S R, 2020. Participation in group companies as a source of external knowledge in obtaining and making profitable radical innovations[J]. Sustainability, 12(18): 7701-7701.
- [36] ARGOTE L, MIRON S E, 2011. Organizational learning: From experience to knowledge[J]. Organization Science, 22(5): 1123-1137.
- [37] ATUAHENE G K, 2005. Resolving the capability-rigidity paradox in new product innovation[J]. Journal of Marketing, 69(4): 61-83.
- [38] ATUAHENE G K, MURRAY J Y, 2007. Exploratory and exploitative learning in new product development: A social capital perspective on new technology ventures in China[J]. Journal of International Marketing, 15(2): 1-29.
- [39] BERTRAND O, MOL M J, 2013. The antecedents and innovation effects of domestic and offshore R&D outsourcing: The contingent impact of cognitive distance and absorptive capacity[J]. Strategic Management Journal, 34(6): 751-760.
- [40] BRUSH C G, GREENE P G, HART M, 2001. From initial idea to unique advantage: The entrepreneurial challenge of constructing a resource base[J]. Academy of Management Executive, 15(1): 64-78.
- [41] CECCAGNOLI M, JIANG L, 2013. The cost of integrating external technologies: Supply and demand drivers of value creation in the markets for technology[J]. Strategic Management Journal, 34(4): 404-425.
- [42] CHRISTIAN S, CONSTANCE E H, GIANMARIO V, 2022. Transferring knowledge by transferring individuals: Innovative technology use and organizational performance in multiunit firms[J]. Organization Science, 33(1): 253-274.
- [43] DAMIAN T R, ROSINA M, RAQUEL B E, 2019. Radical innovations: The role of knowledge acquisition from abroad[J]. Review of Industrial Organization, 55(2): 173-207.
- [44] FORES B, CAMISON C, 2016. Does incremental and radical innovation performance depend on different types of knowledge accumulation capabilities and organizational size[J]. Journal of Business Research, 69(2): 831-848.
- [45] FOSFURI A, TRIBO J A, 2008. Exploring the antecedents of potential absorptive capacity and its impact on innovation performance[J]. Omega, 36(2): 173-187.
- [46] GARCIA V M, HUERGO E, 2011. Determinants of international R&D outsourcing: The role of trade[J]. Review of Development Economics, 15(1): 93-107.
- [47] GARCIA V M, HUERGO E, 2019. The role of international and domestic R&D outsourcing for firm innovation[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 157(1): 775-792.
- [48] GASSMANN O, ENKEL E, CHESBROUGH H, 2010. The future of open innovation[J]. R&D Management, 40(3): 213-221.
- [49] KAMURIWO D S, BADEN F C, 2016. Knowledge integration using product R&D outsourcing in biotechnology [J]. Research Policy, 45(5): 1031-1045.
- [50] KELLEY D, 2009. Adaptation and organizational connectedness in corporate radical innovation programs [J]. Journal of Product Innovation Management, 26(5): 487-501.
- [51] KOREN M, TENREYRO S, 2013. Technological diversification[J]. American Economic Review, 103(1): 378-414.
- [52] LANE P J, KOKA B, PATHAK S, 2006. The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct[J]. Academy of Management Review, 31(4): 833-863.

- [53] LAU A K W, LO W, 2015. Regional innovation system, absorptive capacity and innovation performance: An empirical study [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 92(3): 99-114.
- [54] MARCH J G, 1991. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. *Organization Science*, 2(1): 71-87.
- [55] NIETO M J, RODRIGUEZ A, 2011. Offshoring of R&D: Looking abroad to improve innovation performance[J]. *Journal of International Business Studies*, 42(3): 345-361.
- [56] O'CONNOR G C, 2008. Major innovation as a dynamic capability: A systems approach[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 25(4): 313-330.
- [57] O'CONNOR G C, DEMARTION R, 2006. Organizing for radical innovation: An exploratory study of the structural aspects of RI management systems in large established firms[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 23(6): 475-497.
- [58] SIRMON D G, HITT M A, IRELAND R D, 2007. Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box[J]. *Academy of Management Review*, 32(1): 273-292.
- [59] TSENG C, DAC P, HUNG C, 2011. Knowledge absorptive capacity and innovation performance in KIBS [J]. *Journal of Knowledge Management*, 15(6): 971-983.
- [60] WIKLUND J, SHEPHERD D A, 2009. The effectiveness of alliances and acquisitions: The role of resource combination activities[J]. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33(1): 193-212.
- [61] WILFRED S, GEERT D, 2010. The technological origins of radical inventions[J]. *Research Policy*, 39(7): 1051-1059.
- [62] YU D, HANG C C, 2010. A Reflective review of disruptive innovation theory [J]. *International Journal of Management Reviews*, 12(4): 435-452.
- [63] ZAHRA S A, GEORGE G, 2002. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension [J]. *Academy of Management Review*, 27(2): 185-203.

Research on Influencing Factors of Radical Technological Innovation in Equipment Manufacturing Enterprise Based on Reverse R&D Outsourcing

Yang Jin, Wang Xuejiao

(School of Public Policy and Administration, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: At present, there are still some problems in China's equipment manufacturing industry, such as weak independent innovation ability and heavy dependence on imports of key core technologies. It is urgent for equipment manufacturing enterprises to make breakthroughs in cutting-edge technologies. Reverse R&D outsourcing provides an effective way for equipment manufacturing enterprises to achieve radical technological innovation. However, in practice, not all enterprises can achieve the expected radical technological innovation through reverse R&D outsourcing. Therefore, it is necessary to clarify the internal mechanism of radical technological innovation through reverse R&D outsourcing. Using the method of multi case grounded theory, the influencing factors of radical technological innovation in equipment manufacturing industry under three reverse R&D outsourcing modes: R&D cooperation, establishment of overseas R&D center and overseas M&A were summarized, and the mechanism model of radical technological innovation in equipment manufacturing industry was constructed. On this basis, through the fuzzy set qualitative comparative analysis of the data of 27 typical case enterprises, the multiple causal paths for enterprises to realize radical technological innovation under different reverse R&D outsourcing modes were obtained. The research shows that reverse R&D outsourcing through R&D cooperation cannot help enterprises achieve radical technological innovation in the short term, while enterprises that carry out reverse R&D outsourcing through the establishment of overseas R&D centers and overseas M&A can achieve radical technological innovation through four paths. Through the establishment of overseas R&D centers to carry out reverse R&D outsourcing, exploitative learning is the core condition for the occurrence of radical technological innovation. The reverse R&D outsourcing through overseas M&A and exploratory learning are the core conditions for the emergence of radical technological innovation. Through further analysis, it is found that there are three antecedent factor configurations, which makes the reverse R&D outsourcing based on overseas M&A fail to achieve the expected radical technological innovation.

Keywords: reverse R&D outsourcing; radical technological innovation; equipment manufacturing industry; qualitative comparative analysis